

Spuittechnieken voor de laanbomenteelt

Onderzoek naar drift en depositie

Emission-reducing pesticide application in nursery-tree growing

H.A.J. Porskamp
J.M.G.P. Michielsen
H. Stallinga
J.C. van de Zande
A.P.C. van den Boom (BPO)

Rapport 99-01
Januari 1999

Abstract

Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga, J.C. van de Zande, A.P.C. van den Boom (BPO), 1999. Emission-reducing pesticide application in nursery-tree growing. Research on spray deposition and drift of pesticides. DLO Institute of Agricultural and Environmental Engineering, Report 99-01, Wageningen, (in Dutch, with summary in English), 37 pp.

The spraying of crop protection chemicals should result in a more direct application to the trees providing better spray coverage and prevention of drift to the soil and the air. In a series of experiments, an experimental cross-flow sprayer and a conventional sprayer equipped with flat-fan nozzles were compared with a conventional axial fan sprayer with hollow cone nozzles. The spray techniques were evaluated on the deposition distribution in the tree, the emission to the ground in the field, the spray drift deposition on the soil surface next to the sprayed field and the drift to the air. The comparison was made for two tree types: spindle form and transplanted alley-trees. The level of spray drift deposition next to the sprayed field differs for the two tree types. The experimental sprayer in general reduces spray drift deposition and increases spray deposit on the tree leaves.

Keywords: crop protection, pesticide application, spray drift, deposition, axial fan sprayer, cross-flow fan sprayer, nozzle-type, distribution, nursery trees

Voorwoord

Voor u ligt de samenvattende rapportage van het in 1996 en 1997 uitgevoerde veldonderzoek naar de optredende depositie en drift bij de bespuiting van laanbomen. Het onderzoek is uitgevoerd op de Boomteeltproeftuin "de Boutenburg" te Lienden, in samenwerking met medewerkers van het Proefstation voor de Boomkwekerij te Boskoop en de bedrijfsleider van de "Boutenburg". De goede samenwerking willen wij hier vermelden.

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van de Provincie Gelderland, het Produktschap Tuinbouw en is uitgevoerd binnen het LNV/DLO onderzoeksprogramma 276: "Emissies en ecotoxicologische risico's van bestrijdingsmiddelen" en project 4300, van het Boomteeltpraktijkonderzoek: "Emissiebeperkende toedieningstechnieken voor de boomkwekerij". Het onderzoek is begeleid door de werkgroep Emissie Laanbomen van de Nederlandse Bond van Boomkwekers.

Ir. A.A. Jongebreur

directeur

Samenvatting

Bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen in de laanbomenteelt heeft de spuittechniek een grote invloed op de verdeling van de middelen op de bomen, op de depositie naar de grond in het perceel en op de drift naar de grond en de lucht buiten het perceel. De drift kan een grote rol spelen bij de belasting van de naast het behandelde perceel gelegen oppervlaktewater.

Om vast te leggen hoe groot bij de teelt van laanbomen de optredende drift is bij een standaardbespuiting met een axiaalspuit, is in samenwerking met het Proefstation voor de Boomkwekerij, een serie veldproeven uitgevoerd met twee boomvormen, spillen en opzetters. Bij deze proeven is tevens nagegaan of met een andere spuittechniek (experimentele spuit volgens dwarsstroomprincipe) of met de dopkeuze de drift verminderd kan worden. Ook is vastgelegd wat de verdeling van de spuitvloeistof in de boom is en of die verbeterd kan worden met andere spuittechnieken.

In veldproeven is aan de benedenwindse zijde naast het perceel de drift naar de grond gemeten op diverse afstanden van de buitenste bomenrij. In het perceel is ook de depositie op de grond gemeten. Tevens is op één afstand buiten het perceel op diverse hoogtes de drift naar de lucht bepaald (druppeldrift). Voor een schatting van de belasting van het oppervlaktewater is uitgegaan van een standaardslot op 1,5-5,5 m (insteek-insteek) van de laatste bomenrij en een wateroppervlak op 3-4 m van de laatste bomenrij. Voor de bepaling van de vloeistofverdeling in de boom werd de kroon van de boom in drie hoogtes verdeeld. Bij de proeven vormde de axiaalspuit met werveldoppen de standaard, waarbij het aantal spuitende doppen was afgestemd op de boomvorm.

Depositie op de grond in het perceel

De depositie op de grond in het perceel was sterk afhankelijk van het type boom, de toegepaste spuittechniek en de afstelling van de machine.

Bij de standaardspuit uitgerust met werveldoppen bedroeg in de spillen de gemiddelde depositie naar de grond 30% van de toegepaste dosering per oppervlakte-eenheid. In opzetters met kale stam was dit 54% en in opzetters met licht beklede stam, waarbij relatief veel doppen waren geopend liep dit op tot 76%.

Door de standaardspuit uit te rusten met spleetdoppen veranderde de depositie naar de grond vrijwel niet.

De experimentele spuit gaf in de spillen eveneens een zelfde depositie naar de grond als de standaardspuit en in de opzetters een duidelijk lagere depositie naar de grond.

Drift naar de grond naast het perceel

De drift naar de grond naast het perceel vertoonde een zeer wisselend beeld. De drift was ook hier sterk afhankelijk van het type boom, de toegepaste spuittechniek en de afstelling van de machine.

Bij de bespuiting met de standaardspuit met werveldoppen bedroeg de drift naar de grond op 3-4 m vanaf de buitenste bomenrij bij de verschillende boomvormen:

- spillen met beklede stam, 2^e groeiseizoen: 2,2% van de toegepaste dosering
- spillen met kale stam, 2^e groeiseizoen: 7,0% van de toegepaste dosering
- spillen met kale stam, 3^e groeiseizoen: 0,7% van de toegepaste dosering

- opzetters met beklede stam, 2^e groeiseizoen: 7,4% van de toegepaste dosering
- opzetters met kale stam, 2^e groeiseizoen: 22,7% van de toegepaste dosering
- opzetters met kale stam, 3^e groeiseizoen: 10,6% van de toegepaste dosering

De gemiddelde drift was bij gebruik van de standaardspuit voor de opzetters (13,6%) hoger dan voor de spillen (3,3%).

De standaardspuit uitgerust met spleetdoppen gaf in de spillen en opzetters geen duidelijk verschil met de standaard in drift naar de grond naast het perceel. Alleen bij de spillen en opzetters met kale stam in het 2^e groeiseizoen werd een reductie van 60% bereikt ten opzichte van de standaard.

Bij de experimentele spuit werden, met uitzondering van de spillen in het 3^e groeiseizoen, steeds duidelijk driftreducties gemeten op de strook 3-4 m. De reducties bedroegen gemiddeld 50% (38-70%) terwijl bij de kale spillen in het 3^e groeiseizoen juist 165% meer drift werd gemeten dan bij de standaard machine.

Drift naar de lucht buiten het perceel

De gemiddelde drift naar de lucht buiten het perceel was bij de standaardmachine voor de opzetters hoger (2,6%) dan voor de spullen (1,7%). De drift naar de lucht werd door de standaardmachine uit te rusten met spleetdoppen in alle gevallen gereduceerd. Bij de kale spullen en de beklede opzetters in het 2^e groeiseizoen was de reductie niet significant. De gemiddelde reductie bedroeg 52% (22-78%). Bij de experimentele machine was de driftreductie naar de lucht zeer wisselend. In de spullen in het 2^e groeiseizoen werd een reductie van 50% gemeten terwijl in de kale spullen in het 3^e groeiseizoen de experimentele machine juist 165% meer drift gaf. Ook in de kale opzetters in het 2^e groeiseizoen was er een toename van de drift, nu met 46%. Bij de beklede opzetters en de kale spullen in het 2^e groeiseizoen en de kale opzetters in het 3^e groeiseizoen waren geen duidelijke verschillen.

Vloeistofverdeling in de boom

Uit indicatieve metingen bleek dat bij de standaardspuit uitgerust met werveldoppen of met spleetdoppen de meeste vloeistof onder in de boom terecht kwam en boven in de boom de minste, waarbij vooral in de opzetters de verschillen groot waren. De experimentele spuit had gemiddeld over de meetplekken een duidelijk hogere depositie op het blad dan de beide andere systemen. Ook de verdeling in de boom was regelmatig en er kwam duidelijk meer in de top dan bij de andere systemen. In de spullen kwam in de top evenveel als onder in de boom.

In de laanbomenteelt speelt de boomvorm en het goed afstellen van de spuitmachine een grote rol bij de hoeveelheid drift buiten het perceel. De depositie op de grond is veelal aanzienlijk, terwijl de verdeling in de boom bij de standaardmachine volgens de indicatieve metingen erg onregelmatig was. In de top van de bomen kwam weinig vloeistof terecht. Een aan de boomvorm aangepaste experimentele spuit gaf meestal minder drift buiten het perceel en een regelmatigere verdeling in de boom.

Verder onderzoek naar het verbeteren van de toedieningstechniek en de effecten op drift, verdeling en biologische effectiviteit in de laanbomenteelt is dan ook noodzakelijk.

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methode	8
2.1 Experimenten	8
2.2 Beschrijving van het gewas	8
2.3 Afstelling en beschrijving van de spuitmachines	9
2.4 Drift buiten het perceel en bodemdepositie in het perceel	11
2.5 Vloeistofverdeling in de boom	13
3 Resultaten	14
3.1 Depositie op de grond in het perceel	14
3.2 Drift naar de grond naast het perceel	15
3.3 Drift naar de lucht buiten het perceel	17
3.4 Driftreductie ten opzichte van een standaard bespuiting	18
3.5 Indicatie van de vloeistofverdeling in de boom	20
4 Discussie	23
5 Conclusies	24
Summary	26
Literatuur	28
Bijlagen	29

1 Inleiding

Binnen het kader van de Bestrijdingsmiddelenwet en de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater wordt veel aandacht gegeven aan de reductie van de drift. Druppeldrift bij spuitapparatuur draagt vooral bij aan de belasting van het oppervlaktewater naast het bespoten perceel. De optredende drift is afhankelijk van een groot aantal factoren zoals spuittechniek, dooptype, boomsoort en -hoogte, windsnelheid en windrichting ten opzichte van de sloot, etc..

Met name in hoogopgaande gewassen zoals in de laanbomenteelt kan de drift een grote rol spelen. Onderzoeksgegevens omtrent de drift in de laanbomenteelt ontbreken tot nu toe.

Het doel van dit onderzoek is te bepalen hoe hoog de drift is bij de bespuiting van laanbomen met een standaard(axiaal)spruit. Tevens is nagegaan of met een andere spuittechniek (experimentele techniek ontwikkeld door het Boomteeltpraktijkonderzoek) en de dopkeuze bij de standaardspuit, de drift verminderd kan worden, zonder dat de bedekking van het blad afneemt. Bij dit gezamenlijke onderzoek was IMAG-DLO verantwoordelijk voor het driftonderzoek en het Boomteeltpraktijkonderzoek (BPO) voor de metingen van de depositie van de spuitvloeistof op het blad om een indicatie te krijgen van de effecten van een andere spuittechniek op de biologische effectiviteit. De resultaten zijn in afzonderlijke nota's beschreven (Boom *et al.*, 1997 en 1998; Porskamp *et al.*, 1997; Michiels, 1998 en Stallinga *et al.*, 1998) en is in dit gezamenlijk rapport samengevat.

In hoofdstuk 2 van deze rapportage is een beschrijving gegeven van materiaal en methode, in hoofdstuk 3 zijn de resultaten vermeld en in hoofdstuk 4 en 5 zijn de discussie en de conclusies opgenomen.

2 Materiaal en methode

2.1 Experimenten

In 1996 en 1997 werden driftmetingen uitgevoerd in de laanbomenteelt bij de bespuiting van twee boomvormen: spillen en opzetters. Het onderzoek werd uitgevoerd met een conventionele axiaalspuit met werveldoppen (standaard), met een experimentele spuit en met de standaardmachine uitgerust met spleetdoppen. De experimentele spuit was uitgerust met in hoogte en richting verstelbare spuitdoppen en luchtondersteuning via slangen en luchtmonden, waardoor een spuitsysteem volgens het dwarsstroomprincipe ontstond.

De driftmetingen werden uitgevoerd op de Boomteeltproeftuin "De Boutenburg" te Lienden.

In het perceel werd de emissie naar de grond gemeten. Naast het perceel werd op diverse afstanden vanaf de laatste bomenrij de drift naar de grond gemeten. De (druppel)drift naar de lucht werd op één afstand naast het perceel op diverse hoogtes bepaald.

In juni 1996 werd in beide boomvormen (spillen en opzetters) de metingen viermaal herhaald en later in het groeiseizoen, eind september, driemaal in opzetters en begin oktober driemaal in spillen.

In juni werd zowel bij de spillen als bij de opzetters 1000 l ha⁻¹ verspoten en later in het seizoen (september/oktober) werd in de spillen 500-550 l ha⁻¹ verspoten en 400 l ha⁻¹ in de opzetters. Bij de metingen werden de buitenste 7 rijen bespoten.

Bij de bespuiting van de spillen in juni was bij de experimentele spuit de luchtondersteuning uitgeschakeld en bovendien werd met deze techniek elke rij apart bespoten. Bij alle andere metingen werd de bespuiting om de andere rij uitgevoerd, waarbij steeds twee boomrijen werden bespoten.

In 1997 werden de proeven op twee aansluitende dagen in juli uitgevoerd met dezelfde machines als in 1996. Bij de proeven werden weer de buitenste 7 rijen bespoten. In de spillen werd 430 l ha⁻¹ verspoten in 8 herhalingen. Bij de opzetters werd 320 l ha⁻¹ verspoten in 8 herhalingen.

Bij de gewasbescherming is niet de drift maar de depositie op het doelobject, in dit geval de bladeren van de laanbomen, van groot belang voor het gewenste gewasbeschermingseffect. Om een indruk te krijgen van de verdeling van de spuitvloeistof in de bomen zijn depositiemetingen uitgevoerd bij verschillende technieken die bij de driftmetingen zijn toegepast. Per behandeling werden in 3 werkgangen 6 rijen bespoten. Deze metingen zijn steeds in enkelvoud uitgevoerd. In 1996 vonden ze plaats in september, waarbij de stammen van de opzetters en spillen kaal waren. Er werd 400 l ha⁻¹ verspoten. In 1997 zijn de verdelingsmetingen in dezelfde periode uitgevoerd als de driftmetingen, in de spillen werd 400 l ha⁻¹ verspoten en in de opzetters 250 l ha⁻¹.

2.2 Beschrijving van het gewas

De proef in 1996 werd uitgevoerd in spillen (*Acer campestre*) en opzetters (*Acer platanoides Emerald Queen*), beide in het tweede groeiseizoen. De metingen vonden plaats in 2 groeistadia van de bomen, nl. met en zonder beklede stam. De afstand tussen de rijen bedroeg zowel bij de spillen als bij de opzetters 1,5 m. Bij de spillen bedroeg de plantafstand in de rij 30 cm. De spillen hadden in de eerste meetperiode een hoogte van 2 m met bladvorming langs de gehele stam. In de tweede periode was de hoogte 2,5 m; de stam was kaal en de kroon begon op 1,3 m. Door middel van een lichtintensiteitsmeter is een schatting gemaakt van het bladoppervlak. De LAI (Leaf Area Index) bedroeg in de tweede periode gemiddeld met de randrijen mee 1,38 en in het perceel 1,77.

Bij de opzetters was de plantafstand in de rij 1 m. De opzetters waren in de eerste meetperiode 2,5-2,7 m hoog met lichte bladvorming langs de stam en een kroon vanaf 2 m. De met de lichtintensiteitsmeter geschatte LAI bedroeg 1,54. In de tweede periode waren de opzetters 3,5 m hoog met een kaalgeknipte stam en een kroon vanaf 2,3 m. De LAI varieerde nogal door de verschillende bomen in de randrijen en bedroeg gemiddeld 1,54 (0,67-2,15). In het perceel bedroeg de LAI 1,61.

In 1997 werden de proeven uitgevoerd in dezelfde spillen en opzetters als 1996. De spillen waren inmiddels 3 m hoog met een kroon vanaf 1,5 m. De opzetters hadden een hoogte van 3,5-5,5 m eveneens met een kroon vanaf 1,5 m.

2.3 Afstelling en beschrijving van de spuitmachines

De afstellingen van de spuitmachines zoals gebruikt bij de driftmetingen in de verschillende meetperiodes en boomvormen zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. De afstellingen van de machines bij de driftmetingen.

Table 1. Settings of the sprayers used in the drift tests.

Type spuit	Standaard (KWH) Axiaal	Standaard met spleetdop (KWH) Axiaal	Experimentele spuit (Douven) Dwarsstroom
Juni 1996; spullen			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	(lucht afgesloten) DG11002
	Aantal	10	8
	Druk (bar)	12	2
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	2,4	2,4
	Afgifte (l ha ⁻¹)	990	1080
Juni 1996; opzetters			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003VK
	Aantal	10	8
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	2,5	2,5
	Afgifte (l ha ⁻¹)	960	850
Oktober 1996; spullen			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003VK
	Aantal	6	6
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	2,8	2,8
	Afgifte (l ha ⁻¹)	500	550
September 1996; opzetters			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003VK
	Aantal	4	4
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	2,6	2,6
	Afgifte (l ha ⁻¹)	380	410
Juli 1997; spullen			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003VK
	Aantal	8	8
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	4,3	4,3
	Afgifte (l ha ⁻¹)	425	430
Juli 1997; opzetters			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003VK
	Aantal	6	6
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	4,4	4,4
	Afgifte (l ha ⁻¹)	315	320

Bij de driftmetingen was de axiaalspuit in de standaardsituatie uitgerust met gele Albus werveldoppen; de spuitdruk was 12 bar en de rijsnelheid in 1996 2,4-2,8 km h⁻¹ en in 1997 4,3 en 4,4 km h⁻¹. Het druppelgroottespectrum viel volgens de BCPC-indeling in de klasse zeer fijn (Doble *et al.*, 1985). In de eerste meetperiode in 1996 met de beklede stammen waren zowel bij de spillen als bij de opzetters alle 10 doppen van de axiaalspuit geopend. In de tweede periode met kale stammen waren bij de spillen de bovenste 6 doppen geopend en bij de opzetters 4, zodat alleen naar de kroon van de boom werd gespoten. In 1997 werd in de spillen met de bovenste 8 doppen gespoten en in de opzetters met de bovenste 6. Bij de randrij werd telkens de van het perceel af gerichte sectie gesloten zodat met de helft van het aantal doppen werd gespoten.

In beide jaren zijn ook bespuitingen uitgevoerd waarbij de werveldoppen werden vervangen door spleetdoppen XR11003 met een spuitdruk van 3 bar. Het druppelspectrum van deze doppen lag op de grens van de BCPC-klassen fijn en midden.

De experimentele spuit was een aangepaste spuit uit de druiventeelt. Zowel de hoogte als de richting van de lichtmonden waren instelbaar (zie voor nadere gegevens van de spuitmachines bijlage A). In de spillen in juni 1996 was de luchttoevoer afgesloten en waren aan elke kant vier doppen zijwaarts gericht. De toegepaste DG11002 doppen hadden een druppelspectrum dat op de grens van de BCPC-klassen midden en grof lag en de afgifte was zo dat hetzelfde aantal liters per ha werd verspoten als bij de standaardmethode. In de opzetters werd met spleetdoppen XR11003 gespoten, met aan elke kant de bovenste twee doppen met luchtondersteuning en de twee zijwaarts gerichte doppen zonder luchtondersteuning.

In de tweede proefperiode in 1996 werd steeds met luchtondersteuning op de openstaande doppen gespoten. In de spillen waren aan weerskanten de bovenste drie doppen geopend en in de opzetters nog twee. In de proef van 1997 was de machine uitgerust met 8 spleetdoppen in de spillen en met 6 (bovenste) in de opzetters. De luchtondersteuning was steeds aan.

De afstelling van de spuitmachines bij de verdelingsmetingen in de bomen staat in tabel 2.

De afstellingen van 1996 zijn dezelfde als bij de driftmetingen in september-oktober, alleen werd bij beide boomsoorten met 4 doppen gespoten. De rijsnelheid bedroeg 2,6 km h⁻¹ zodat met de standaardmachine uitgerust met werveldoppen 380 l ha⁻¹ werd gespoten en uitgerust met spleetdoppen 420 l ha⁻¹. De experimentele machine verspoot 410 l ha⁻¹.

In 1997 zijn de verdelingsmetingen in dezelfde periode uitgevoerd als de driftmetingen; ook hier met dezelfde afstellingen van de spuitmachines. De rijsnelheid bedroeg in de spillen ruim 4 km h⁻¹ zodat 420-440 l ha⁻¹ werd verspoten, in de opzetters lag de snelheid rond de 6 km h⁻¹ en werd er 220-250 l ha⁻¹ verspoten.

Tabel 2. De afstellingen van de machines bij de verdelingsmetingen.

Table 2. Settings of the sprayers used in the deposition measurements.

Machine	Standaard (KWH)	Standaard met spleetdop (KWH)	Experimentele spuit (Douven)
Type spuit	Axiaal	Axiaal	Dwarsstroom
September 1996; spillen			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003 VK
	Aantal	4	4
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	2,6	2,6
	Afgifte (l ha ⁻¹)	380	420
September 1996; opzetters			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003 VK
	Aantal	4	4
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	2,6	2,6
	Afgifte (l ha ⁻¹)	380	420
Juni 1997; spillen			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003 VK
	Aantal	8	8
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	4,2	4,4
	Afgifte (l ha ⁻¹)	440	420
Juni 1997; opzetters			
Dop	Soort	Wervel	Spleet
	Type	Albuz geel	XR11003 VK
	Aantal	6	6
	Druk (bar)	12	3
	Rijsnelheid (km h ⁻¹)	5,7	6,3
	Afgifte (l ha ⁻¹)	240	220

2.4 Drift buiten het perceel en bodemdepositie in het perceel

Bij de metingen voor het bepalen van de drift buiten het perceel en de bodemdepositie in het perceel werden 7 rijen bomen over een strook van 50 m lengte aan de buitenzijde van het perceel bespoten. Met alle spuittechnieken werd de buitenste rij enkelzijdig van buiten naar binnen bespoten. Tussen de rijen 2-3, 4-5 en 6-7 werd tweezijdig gespoten. Bij de experimentele spuit werd in de spillen in juni 1996 met uitgeschakelde luchtondersteuning gespoten waarbij elke bomenrij apart gespoten werd.

De metingen vonden plaats aan de benedenwindse zijde van het perceel. De metingen aan de verschillende spuittechnieken werden op dezelfde plaats uitgevoerd.

De drift werd benedenwinds door middel van collectoren op verschillende posities naast het bespoten gedeelte bepaald (figuur 1).

Voor bepaling van de drift op de grond naast het perceel werden twee rijen collectoren (latten met filterdoek van 50x8 cm en 100x8 cm) haaks op de rijrichting naast het perceel neergelegd op 1,5-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 10,5-11,5 en 15,5-16,5 m vanaf de laatste bomenrij. De depositie naar de grond in het perceel werd bepaald in het verlengde van de rijen met drift collectoren tussen de

bomenrijen 1 en 2, 2 en 3 en tussen 3 en 4.

Voor de bepaling van de (druppel)drift naar de lucht werd op 7,5 m afstand van de laatste bomenrij een driftmast opgesteld met aan 2 lijnen driftcollectoren op 0, 1, 2, 3, 4, 5 en 6 m hoogte. Als driftcollectoren werden bolvormige sponsjes met een diameter van 7,5 cm gebruikt (Ripke, 1990).

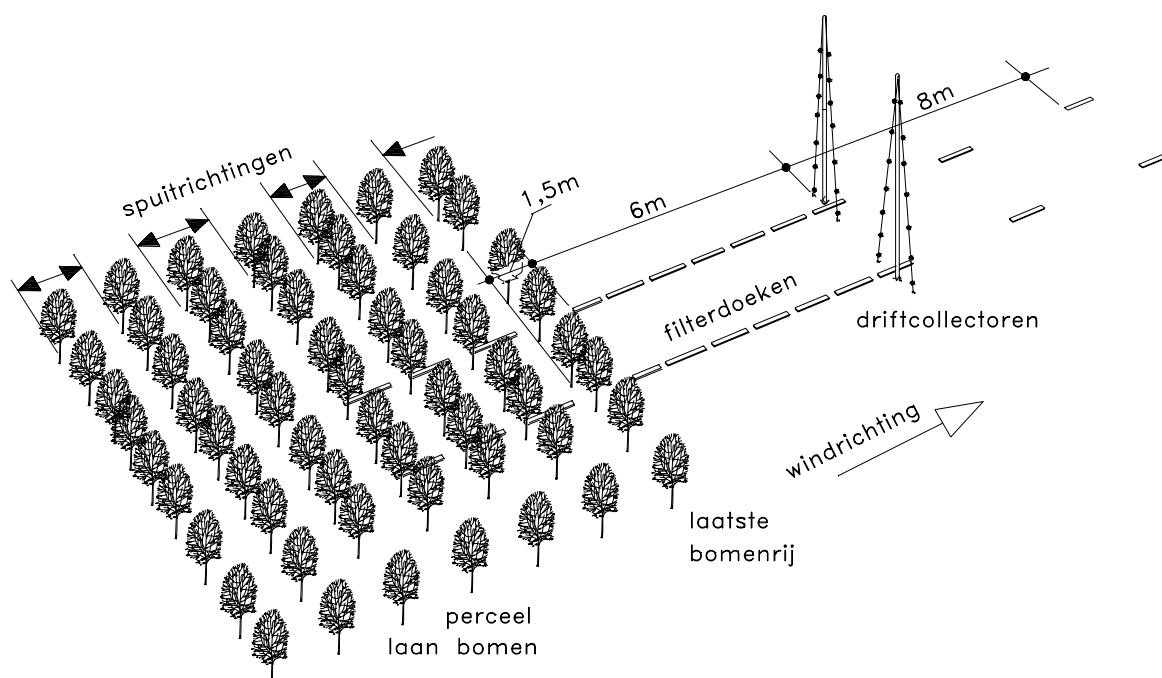
De bespuitingen werden uitgevoerd met water waaraan Brilliant Sulfo Flavine (BSF 3 g l^{-1}) en een uitvloeier (Agral 1 g l^{-1}) was toegevoegd. Voor de aanvang van een bespuiting werd de tank geruime tijd geroerd en werd enige tijd gespoten om alle leidingen goed te vullen alvorens het meetobject te bespuiten. Na afloop van een bespuiting werd een tankmonster genomen voor de bepaling van de gemiddelde BSF-concentratie in de vloeistof tijdens de uitgevoerde meting.

Na een bespuiting werden de collectoren verzameld en gecodeerd voor verdere analyse op hoeveelheid BSF. Per herhaling werden onbespoten filterdoeken en driftcollectoren verzameld als blanco. Alle monsters werden geanalyseerd op fluorescentiewaarde om de hoeveelheid spuitmiddel (BSF) te bepalen (Michielsen en Porskamp, 1993).

Het percentage drift naar de grond werd, net als bij de volveldsteelten, berekend door de drift per oppervlakte-eenheid uit te drukken in procenten van de door de doppen in het perceel verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid perceel.

Bij laanbomenteelt wordt, in tegenstelling tot de volveldsteelten, veelal gespoten met vaste spuitconcentraties, ongeacht het spuitvolume. Voor het vergelijken van verschillende spuittechnieken en soorten gewassen is dan de werkelijk gemeten drift (bijv. in ml m^{-2} op een bepaalde afstand) ook een goede maatstaf.

De drift naar de lucht op de driftcollectoren werd op dezelfde manier berekend als de drift naar de grond.



Figuur 1. Overzicht van de meetopstelling bij de bepaling van de drift.

Figure 1. Scheme of the experimental set-up of the spraydrift measurements.

Weersomstandigheden

Tijdens een bespuiting werd de windsnelheid, de windrichting, de temperatuur en de luchtvochtigheid gemeten. De windsnelheid werd op 0,5 en 2 m hoogte gemeten en de temperatuur en de luchtvochtigheid op 0,5 m hoogte. Bij de windrichting werd de hoek gemeten ten opzichte van de

richting haaks op de perceelsrand. De windsnelheid, op 2 m hoogte, lag tijdens de metingen tussen de 1,5 en 3,9 m s⁻¹. De resultaten van de waarnemingen zijn vermeld in bijlage B.

Statistische verwerking

Voor de statistische analyse van de resultaten werd een variantie-analyse uitgevoerd met behulp van Genstat (Payne, 1993). Voor de analyse zijn de emissiepercentages logaritmisch getransformeerd, omdat de effecten eerder multiplicatief dan additief zijn en omdat op logschaal de restvariantie vrijwel constant bleek te zijn. Verschillen tussen effecten zijn getoetst bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%.

In 1997 zijn enkele proeven uitgevoerd waarbij de windhoek teveel (meer dan 40°) afweek van haaks op de rijrichting. De resultaten hiervan zijn niet meegenomen in de analyse. Hierdoor ontstond een ongebalanceerde situatie, die in Genstat via REML (Oude Voshaar, 1994) is geanalyseerd.

2.5 Vloeistofverdeling in de boom

Bij de depositiemetingen werd evenals bij de driftmetingen gebruik gemaakt van water met daaraan toegevoegd Brilliant Sulfo Flavine (0,5 g l⁻¹) en een uitvloeier (1 g l⁻¹). Per behandeling werden 6 rijen van 47 bomen bespoten in 3 werkgangen. De zes bomen waaraan gemeten werd stonden in rij 3 (boom 15, 19 en 23) en rij 4 (boom 17, 21 en 25). Onder in de boom, in het midden van de boom en in de top werden chromatografiepapertjes opgehangen. Per plaats werden om 4 bladeren papertjes gehangen van 10x2 cm, zodat aan de boven- en de onderkant 10 cm² van het blad bedekt was.

Na de bespuiting werden de papertjes gedroogd en verzameld voor de analyse waarbij de onder- en de bovenkant apart werden geanalyseerd. De proeven zijn zonder herhalingen uitgevoerd omdat de ter beschikking staande perceelsruimte hiervoor te gering was. Om een zo goed mogelijke indicatie van de verdeling in de boom te geven zijn bij de statistische analyse de bomen als herhalingen beschouwd. De analyse heeft plaatsgevonden na logtransformatie. Bij de uiteindelijke analyse zijn de onder- en bovenkant van de bladeren per meetplek gemiddeld tot één depositiegetal. Bij de spullen en opzetters ontstonden zo drie depositiepercentages per boom nl. voor de top, voor het midden en voor de onderste helft van de boom.

Via een schatting van de bladverdeling in de bomen is de totale depositie op de bomen bij de verschillende spuittechnieken met elkaar vergeleken.

3 Resultaten

3.1 Depositie op de grond in het perceel

In tabel 3 is de gemeten depositie naar de grond in het perceel als gemiddelde van de verschillende meetdagen weergegeven in ml m⁻². De bodemdepositie is tevens uitgedrukt in procenten van de toegepaste hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid in het perceel.

Tabel 3. Depositie naar de grond in het perceel uitgedrukt in ml m⁻² en in procenten van de toegepaste hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid. Getallen met verschillende letters, binnen een boomsoort en binnen één kolom, duiden op significante verschillen ($\alpha < 0,05$).

Table 3. Deposition on the ground in the sprayed field expressed in ml m² and in percentage of the application rate per unit area. Numbers with different characters for a specific tree type and technique are significantly different ($\alpha < 0.05$).

Datum	Boomsoort	Machine	Depositie naar de grond tussen de rijen										
			ml m ⁻²				% van dosering						
			1 en 2	2 en 3	3 en 4	gem. 2-4	1 en 2	2 en 3	3 en 4	gem. 2-4			
11-6-'96	Spillen	Standaard	39,9		30,0				40,4		30,3		-
	Bekleed	Standaard+Spleetdop	52,8		36,1				48,3		33,1		-
	2 ^e seizoen	Experimenteel	41,2		32,7				38,1		30,2		-
3-10-'96	Spillen	Standaard	8,8	24,5	11,4	18,0	17,5	48,9	22,7	35,8	a		
	Kaal	Standaard+Spleetdop	14,4	17,6	15,1	16,4	25,9	31,6	27,0	29,3	b		
	2 ^e seizoen	Experimenteel	30,8	21,6	31,2	26,4	56,0	39,3	56,8	48,0	c		
14-6-'96	Opzetters	Standaard	25,8	85,7	60,7	73,2	26,8	89,2	63,2	76,2	a		
	Bekleed	Standaard+Spleetdop	22,5	72,1	59,0	65,5	21,0	67,2	55,0	61,1	b		
	2 ^e seizoen	Experimenteel	22,0	40,7	45,4	43,0	25,8	47,7	53,2	50,4	c		
26-9-'96	Opzetters	Standaard	16,6	26,9	13,4	20,2	43,8	71,1	35,5	53,3	a		
	Kaal	Standaard+Spleetdop	22,9	25,2	15,0	20,1	54,5	59,8	35,6	47,7	a		
	2 ^e seizoen	Experimenteel	11,5	11,5	7,4	9,4	27,7	27,7	17,9	22,8	b		
2+3-7-'97	Spillen	Standaard	10,6	9,8	13,5	11,6	24,9	23,1	31,7	27,4	a		
	Kaal	Standaard+Spleetdop	16,8	15,3	16,0	15,7	39,1	35,7	37,2	36,4	b		
	3 ^e seizoen	Experimenteel	13,5	8,2	14,3	11,3	31,4	19,2	33,3	26,2	a		
2+3-7-'97	Opzetters	Standaard	13,3	17,2	17,1	17,1	42,1	54,5	54,4	54,4	a		
	Kaal	Standaard+Spleetdop	16,4	19,6	20,5	20,0	51,2	61,2	64,1	62,6	a		
	3 ^e seizoen	Experimenteel	11,9	11,8	10,2	11,0	37,3	36,8	31,8	34,3	b		

Uit tabel 3 blijkt dat de depositie op de grond tussen de verschillende rijen in het perceel sterk uiteen liep. Enerzijds werd dit veroorzaakt doordat er om de andere rij werd gespoten en anderzijds vielen er soms druppels van de bomen en van de spuitmachine op de collectoren.

Voor een schatting van de gemiddelde depositie in het perceel wordt uitgegaan van de metingen tussen rij 2 en 3 en tussen rij 3 en 4 met weglating van de meting tussen rij 1 en 2, omdat hier geen volledige overlapping plaatsvindt van een bespuiting.

Standaardmachine

De standaardspuit gaf in de spillen een depositie naar de grond van circa 30%. In de kleinere spillen van 1996 was dit iets meer en bij de grotere van 1997 iets minder dan 30%. Bij de opzetters met kale stam (1996 en 1997) was de depositie op de grond ca. 54% en bij de opzetters met licht beklede stam (1996), waarbij relatief veel doppen waren geopend, was de depositie 76% van de toegepaste dosering.

Standaardmachine met spleetdoppen

De standaardspuit uitgerust met spleetdoppen had in de spillen gemiddeld een zelfde depositie naar de grond als de standaardmachine, in de kale spillen van 1996 was de depositie iets lager en in 1997 hoger dan de standaardmachine. Bij de beklede opzetters van 1996 gaven de spleetdoppen iets minder depositie op de grond en bij de kale opzetters van 1996 en 1997 was er geen verschil met de standaardmachine.

Experimentele machine

De experimentele spuit gaf in de beklede spillen van 1996, waarbij elke rij zonder luchtondersteuning gespoten werd, een zelfde depositie naar de grond als de standaardspuit. In de kale spillen van 1996 was de depositie iets hoger en in 1997 was er geen verschil met de standaardspuit. In de opzetters gaf de experimentele spuit zowel in 1996 als in 1997 een duidelijk lagere depositie naar de grond dan de standaard.

3.2 Drift naar de grond naast het perceel

De resultaten van de driftmetingen naar de grond voor de afstanden 1,5-5,5 m en 3-4 m vanaf de buitenste bomerij staan samengevat in tabel 4. Voor de belasting van het oppervlaktewater is uitgegaan van een standaardsloot op 1,5-5,5 m (insteek-insteek) van de laatste bomerij en een wateroppervlak op 3-4 m van de laatste bomerij. De drift op alle gemeten afstanden is weergegeven in bijlage C en D. De gemiddelde waarden per dag, boomsoort en machine staan in bijlage C uitgedrukt in ml m⁻² en in bijlage D uitgedrukt in procenten van de verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid.

Tabel 4. Drift naar de grond naast het perceel op 1,5-5,5 en 3-4 m vanaf de buitenste bomenrij, uitgedrukt in ml m⁻² en in procenten van de verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid. Getallen met verschillende letters, binnen een boomsoort en binnen één kolom, duiden op significante verschillen ($\alpha < 0,05$).

Table 4. Spray drift deposition on the ground leewardside of the sprayed field on 1.5-5.5 and 3-4 m distance from the last tree row, expressed in ml m⁻² and as percentage of the application rate per unit area. Numbers with different characters for a specific tree type and technique (column) are significantly different ($\alpha < 0.05$).

Datum	Boomsoort	Machine	Aantal herhalingen	Afgifte (l ha ⁻¹)	Afstand tot buitenste bomenrij			
					ml m ⁻²		% van dosering	
					1,5-5,5 m	3-4 m	1,5-5,5 m	3-4 m
11-6-'96	Spillen	Standaard	4	990	2,7 a	2,2 a	2,7 a	2,2 a
	Bekleed	Standaard+Spleetdop	4	1090	3,7 a	2,7 a	3,3 a	2,5 a
	2 ^e seizoen	Experimenteel	4	1080	1,2 b	0,6 b	1,2 b	0,6 b
3-10-'96	Spillen	Standaard	3	500	3,8 a	3,5 a	7,6 a	7,0 a
	Kaal	Standaard+Spleetdop	3	560	2,2 b	1,4 b	4,0 b	2,5 b
	2 ^e seizoen	Experimenteel	3	550	3,2 a	1,9 b	5,8 b	3,4 b
14-6-'96	Opzetters	Standaard	4	960	9,5 a	7,1 a	9,9 a	7,4 a
	Bekleed	Standaard+Spleetdop	4	1070	8,4 a	5,6 a	7,8 a	5,3 a
	2 ^e seizoen	Experimenteel	4	850	6,3 a	4,4 a	7,4 a	5,2 a
26-9-'96	Opzetters	Standaard	3	380	9,7 a	8,6 a	25,6 a	22,7 a
	Kaal	Standaard+Spleetdop	3	420	5,4 b	3,5 b	12,9 b	8,4 b
	2 ^e seizoen	Experimenteel	3	410	5,2 b	4,8 b	12,5 b	11,5 b
2+3-7-'97	Spillen	Standaard	8	425	0,4 a	0,3 a	1,0 a	0,7 a
	Kaal	Standaard+Spleetdop	8	430	0,4 a	0,2 a	0,9 a	0,5 a
	3 ^e seizoen	Experimenteel	8	430	1,0 b	0,8 b	2,4 b	1,9 b
2+3-7-'97	Opzetters	Standaard	8	315	4,0 a	3,4 a	12,6 a	10,6 a
	Kaal	Standaard+Spleetdop	8	320	4,7 a	3,2a	14,5 a	10,0 a
	3 ^e seizoen	Experimenteel	8	320	2,3 b	1,9 b	7,1 b	5,9 b

Standaardmachine

Uit tabel 4 blijkt dat bij de standaardbespuiting in 1996, bij de spillen met beklede stam, de drift op de strook 3-4 m vanaf de buitenste bomenrij gemiddeld 2,2% bedroeg van de toegepaste hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid. Bij de spillen met kale stam was dit in 1996 7,0% en bij de grotere spillen in 1997 was dit 0,7%. In de licht beklede opzetters van 1996 was de drift 7,4%. In de opzetters met kale stam van 1996 was er een sterke toename van de drift tot 22,7%, terwijl dit bij de grotere opzetters met kale stam van juli 1997 10,6% was. Gemiddeld over de beide jaren bedroeg de drift in de spillen 3,3% (0,7-7,0) en in de opzetters duidelijk meer nl. 13,6% (7,4-22,7).

Standaardmachine met spleetdoppen

De standaardspuit uitgerust met spleetdoppen gaf in de beklede spillen van 1996 en spillen met kale stam van 1997 op 3-4 m een zelfde driftpercentage als de standaard, terwijl dit bij de kale spillen van 1996 duidelijk lager lag. Bij de opzetters was het beeld hetzelfde als bij de spillen.

Experimentele machine

De experimentele machine gaf in de spillen in 1996 zowel bij de beklede stam als bij de kale stam een

lagere drift naar de grond buiten het perceel op 3-4 m dan de standaardspuit. In 1997 werd bij de

grotere spullen juist meer drift gemeten dan bij de standaard. Bij de beklede opzetters van 1996 was de drift niet duidelijk lager dan van de standaard, terwijl dit bij de kale opzetters van 1996 en 1997 wel duidelijk het geval was.

Op de strook 1,5-5,5 m vanaf de buitenste bomenrij zijn de driftpercentages in het algemeen wat hoger dan op de strook 3-4 m. Dit komt doordat op de strook dicht bij de laatste bomenrij een grotere depositie op de grond plaatsvindt.

3.3 Drift naar de lucht buiten het perceel

In tabel 5 is de drift naar de lucht weergegeven, berekend als gemiddelde waarde per meetdag, boomsoort en machine en uitgedrukt in ml m^{-2} en in procenten van de verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid. Bij de statistische analyses is het gemiddelde van een rij driftcollectoren (0-6 m hoogte) als eenheid genomen.

Tabel 5. Drift naar de lucht, op 7,5 m vanaf de buitenste bomenrij over een hoogte van 0-6 m, uitgedrukt in ml m^{-2} en in procenten van de verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid. Getallen met verschillende letters, binnen een boomsoort en binnen één kolom, duiden op significante verschillen ($\alpha < 0,05$).

Table 5. Spray drift to the air at 7.5 m distance from the last tree leewardside of the sprayed field at a height of 0-6 m expressed in ml m^{-2} and as percentage of the application rate per unit area. Numbers with different characters for a specific tree type and technique (column) are significantly different ($\alpha < 0.05$).

Datum	Boomsoort	Machine	Aantal herhalingen	Drift naar de lucht	
				ml m^{-2}	% van dosering
11-6-'96	Spillen	Standaard	4	1,34 a	1,40 a
	Bekleed	Standaard+Spleetdop	4	0,69 b	0,67 b
	2 ^e seizoen	Experimenteel	4	0,68 b	0,64 b
3-10-'96	Spillen	Standaard	3	1,48 a	2,95 a
	Kaal	Standaard+Spleetdop	3	0,97 a	1,73 a
	2 ^e seizoen	Experimenteel	3	0,83 a	1,51 a
14-6-'96	Opzetters	Standaard	4	2,65 a	2,76 a
	Bekleed	Standaard+Spleetdop	4	2,07 a	1,93 a
	2 ^e seizoen	Experimenteel	4	2,24 a	2,63 a
26-9-'96	Opzetters	Standaard	3	1,29 a	3,42 a
	Kaal	Standaard+Spleetdop	3	0,28 b	0,67 b
	2 ^e seizoen	Experimenteel	3	1,88 c	4,55 c
2+3-7-'97	Spillen	Standaard	8	0,27 a	0,63 a
	Kaal	Standaard+Spleetdop	8	0,07 b	0,16 b
	3 ^e seizoen	Experimenteel	8	0,71 c	1,65 c
2+3-7-'97	Opzetters	Standaard	8	0,51 a	1,61 a
	Kaal	Standaard+Spleetdop	8	0,27 b	0,84 b

3 ^e seizoen	Experimenteel	8	0,60 a	1,88 a
------------------------	---------------	---	--------	--------

Standaardmachine

De standaardspuit had in de spullen met beklede stam (1996) 1,4% drift naar de lucht. In de spullen met kale stammen was dit hoger en bedroeg 2,95% terwijl het percentage in de grotere spullen van 1997 terugliep naar 0,63%. In de opzetters was een soortgelijke tendens aanwezig. In de beklede opzetters van 1996 bedroeg de drift naar de lucht 2,76%, in de kale opzetters 3,42% en in de grotere opzetters van 1997 nog 1,61%.

Gemiddeld over de beide jaren bedroeg de drift in de spullen 1,66% (0,63-2,95) en in de opzetters duidelijk meer nl. 2,60% (1,61-3,42).

Standaardmachine met spleetdoppen

De standaardmachine uitgerust met spleetdoppen gaf steeds minder drift naar de lucht dan de standaard. Bij de kale spullen van 1996 en de beklede opzetters van 1996 waren deze verschillen niet significant.

Experimentele machine

De experimentele spuitmachine gaf geen duidelijk afwijkend beeld ten opzichte van de standaard. Bij de beklede spullen van 1996 werd een lagere drift naar de lucht gemeten dan bij de standaard. Bij de kale spullen van 1996 was de drift wel lager doch niet significant verschillend en bij de spullen van 1997 was de drift juist duidelijk hoger dan van de standaard. Ook bij de kale opzetters van 1996 was de drift naar de lucht hoger maar bij de beklede opzetters van 1996 en de kale opzetters van 1997 was de drift gelijk aan die van de standaard.

3.4 Driftreductie ten opzichte van een standaard bespuiting

De standaardbespuitingen zijn uitgevoerd met een axiaalspuit uitgerust met werveldoppen (zie voor de afstellingen tabel 1).

De driftreducties van de standaardspuit uitgerust met spleetdoppen en van de experimentele spuit zijn berekend voor de drift op de grond op 1,5-5,5 m en op 3-4 m vanaf de buitenste bomenrij (tabel 4) en voor de drift naar de lucht op 7,5 m vanaf de buitenste bomenrij (tabel 5).

Als basis voor de berekeningen zijn de gemeten driftwaarden genomen in ml m^{-2} ; dit is gedaan omdat in de laanbomenteelt vaak met vaste spuitconcentraties wordt gewerkt.

Tabel 6. Driftreductie bij het gebruik van een axiaalspuit met spleetdoppen en bij toepassing van een experimentele spuit ten opzichte van een axiaalspuit met werveldoppen als standaard. Getallen met verschillende letters, binnen een boomsoort en binnen één kolom, duiden op significante verschillen; de standaardbespuiting heeft steeds de letter a ($\alpha < 0,05$).

Table 6. Reduction of spray drift for an axial fan sprayer equipped with flat-fan nozzles and an experimental cross-flow fan sprayer compared with a conventional axial fan sprayer equipped with hollow-cone nozzles. Numbers with different characters for a specific tree type and technique (column) are significantly different ($\alpha < 0.05$). The conventional axial fan sprayer is set to the character a.

Datum	Boomsoort	Machine	Afgifte (l ha ⁻¹)	Reductiepercentage t.o.v. standaard		
				Op de grond		In de lucht 7,5 m
				1,5-5,5 m	3-4 m	
11-6-'96	Spillen	Standaard+Spleetdop	1090	-36 a	-24 a	49 b
	Bekleed 2 ^e seizoen	Experimenteel	1080	54 b	70 b	50 b
3-10-'96	Spillen	Standaard+Spleetdop	560	41 b	60 b	35 a
	Kaal 2 ^e seizoen	Experimenteel	550	17 a	47 b	44 a
14-6-'96	Opzetters	Standaard+Spleetdop	1070	12 a	21 a	22 a
	Bekleed 2 ^e seizoen	Experimenteel	850	34 a	38 a	15 a
26-9-'96	Opzetters	Standaard+Spleetdop	420	44 b	59 b	78 b
	Kaal 2 ^e seizoen	Experimenteel	410	46 b	45 b	-46 c
2+3-7-'97	Spillen	Standaard+Spleetdop	430	7 a	35 a	75 b
	Kaal 3 ^e seizoen	Experimenteel	430	-142 b	-165 b	-165 c
2+3-7-'97	Opzetters	Standaard+Spleetdop	320	-15 a	5 a	47 b
	Kaal 3 ^e seizoen	Experimenteel	320	43 b	45 b	-18 a

Standaardmachine met spleetdoppen

Door bij de standaardspuit de werveldoppen te vervangen door spleetdoppen werden wisselende driftreducties naar de grond bereikt. Op de grond op 3-4 m vanaf de buitenste bomenrij werden in de beklede spullen en opzetters van 1996 en de kale spullen en opzetters van 1997 geen reducties gemeten. In de kale spullen van 1996 en de kale opzetters van 1996 was de reductie 60%. Op de strook 1,5-5,5 m van de buitenste rij waren de reductiepercentages lager en alleen bij de kale spullen en opzetters van 1996 significant verschillend van de standaard.

De drift naar de lucht werd door de standaardspuit uit te rusten met spleetdoppen in alle gevallen gereduceerd. Bij de kale spullen van 1996 en de beklede opzetters van 1996 was de reductie niet significant. De gemiddelde reductie bedroeg 52% (22-78%)

Experimentele machine

Bij de experimentele machine werden, met uitzondering van de kale spullen van 1997, steeds duidelijk

driftreducties naar de grond gemeten op de strook 3-4 m. De reducties bedroegen gemiddeld 50% (38-70%) terwijl bij de kale spullen van 1997 juist 165% meer drift werd gemeten dan bij de standaard. Op de strook 1,5-5,5 m werd bij de spullen van 1996 minder driftreductie gemeten dan op de strook 3-4 m. Bij de metingen in de opzetters van 1996 en 1997 en de spullen van 1997 gaven de beide stroken dezelfde driftreducties naar de grond ten opzichte van de standaard.

Bij de experimentele spuit was de driftreductie naar de lucht zeer wisselend. In de kale spullen van 1996 werd een reductie van 50% gemeten terwijl in de kale spullen van 1997 de experimentele machine juist 165% meer drift naar de lucht gaf. Ook in de kale opzetters van 1996 was er een toename van de drift, nu met 46%. Bij de beklede opzetters van 1996, de kale spullen van 1996 en de kale opzetters van 1997 waren er geen duidelijke verschillen met de standaard.

3.5 Indicatie van de vloeistofverdeling in de boom

De resultaten van de indicatieve verdelingsmetingen in de boom zijn weergegeven in tabel 7. De meetwaarden op de diverse plaatsen in de boom en het daaruit bepaalde gemiddelde zijn uitgedrukt in procenten van de toegepaste dosering per oppervlakte eenheid. In bijlage E zijn de metingen van de afzonderlijke bomen vermeld.

Tabel 7. Vloeistofverdeling in boom uitgedrukt in procenten van de toegepaste dosering per oppervlakte-eenheid. Getallen met verschillende letters (51^a en 29^b), binnen een boomsoort en binnen één kolom, duiden op significante verschillen ($\alpha < 0,05$) tussen technieken, terwijl de verschillen tussen de plaatsen in de boom binnen een boomsoort en techniek weergegeven zijn als 51_a en 31_b binnen een rij.

Table 7. Spray deposition on three leaf levels in the trees expressed as percentage of the application rate per unit area. Numbers with different characters (51^a and 29^b), for a specific tree type indicate differences ($\alpha < 0,05$) between spray techniques (column). Differences between leaf levels for a specific technique are presented as 51_a and 31_b (row).

Jaar	Boomsoort	Machine	Plaats in de boom			
			onder	midden	top	
1996	Spullen	Standaard	51^a_a	31^a_b	7^a_c	
		2 ^e seizoen	Standaard+Spleetdop	48^a_a	33^a_b	6^a_c
		Experimenteel	29^b_a	33^a_a	27^b_a	
	Opzetters	Standaard	21^a_a	3^a_b	1^a_c	
		2 ^e seizoen	Standaard+Spleetdop	31^b_a	9^b_b	$< 1^a_c$
		Experimenteel	21^a_a	21^c_a	4^b_b	
1997	Spullen	Standaard	13^a_a	6^a_b	1^a_c	
		3 ^e seizoen	Standaard+Spleetdop	17^b_a	11^b_b	2^b_c
		Experimenteel	20^b_a	15^c_{ab}	10^c_b	
	Opzetters	Standaard	20^a_a	1^a_b	$< 1^a_c$	
		3 ^e seizoen	Standaard+Spleetdop	42^b_a	2^b_b	$< 1^a_c$
		Experimenteel	22^a_a	13^c_b	3^b_c	

Standaardmachine

Uit tabel 7 blijkt dat bij de standaardspuit (met werveldoppen) onder in de boom de meeste vloeistof kwam en boven in de boom de minste; vooral in de opzetters waren de verschillen groot.

Standaardmachine met spleetdoppen

De standaardspuit uitgerust met spleetdoppen had in de spillen van 1996 in alle boomvakken een even hoge depositie als de standaard met werveldoppen. Bij de opzetters van 1996 en 1997 en de spillen van 1997 had de standaard met spleetdoppen onderin en in het midden van de bomen een hogere depositie dan de standaard. In de top van de boom was de depositie, evenals bij de standaard, laag.

Experimentele machine

Bij de spillen van 1996 kwam op de bladeren van de drie meetvakken evenveel spuitvloeistof. Bij de opzetters van 1996 kwam in de top minder dan in de rest van de boom. Bij de spillen en opzetters van 1997 kwam onder in de boom het meeste en boven in het minste. Onder in de boom was de depositie van de experimentele machine soms hoger en soms lager dan de standaard machine. Behalve bij de spillen van 1996 was de depositie in het midden van de boom steeds hoger dan bij de standaard. In de top van de boom was de depositie altijd hoger dan bij de standaard.

De voor het berekenen van de totale depositie op de bomen gebruikte LAI is weergegeven in tabel 8. In 1996 is de totale LAI via lichtmeting geschat. In 1998 is de LAI van de bomen en van de meetvakken in de boom geschat via telling van de bladeren en bepaling van het bladoppervlak. De in tabel 8 vermelde LAI van 1997 is verkregen uit middeling van de waarden van 1996 en 1998. De onderverdeling in de plaatsen onder, midden en top van 1996 en 1997 is analoog aan die van 1998.

Tabel 8. De voor de berekeningen gebruikte LAI voor de verschillende plaatsen in de boom uitgedrukt in m² blad per m² grondoppervlak.

Table 8. Leaf Area Index (LAI) of the different leaf levels and the total leaf canopy of the two tree types in the different seasons expressed as m² leaf area per m² groundsurface.

Jaar	Boomsoort	Plaats in de boom			
		onder	midden	top	totaal
1996	Spillen	0,4	1,0	0,4	1,8
	Opzetters	0,3	0,7	0,6	1,6
1997	Spillen	0,9	2,4	0,8	4,1
	Opzetters	0,5	1,2	0,9	2,6
1998	Spillen	1,4	3,7	1,3	6,4
	Opzetters	0,7	1,6	1,3	3,6

In tabel 9 is een schatting gemaakt van de totale depositie op de boom. Omdat de LAI voor de verschillende plaatsen in de boom niet nauwkeurig bekend is (tabel 8), kunnen deze percentages alleen dienen voor een onderlinge vergelijking van de machines en zijn ze niet geschikt als basis voor het opstellen van een massabalans.

Tabel 9. Totale depositie op het blad per boomvorm en meetjaar uitgedrukt in procenten van door de doppen verspoten hoeveelheid. Getallen met verschillende letters, binnen een jaar en een boomsoort duiden op significante verschillen ($\alpha < 0,05$).

Table 9. Total leaf spray deposition for the different tree types and years expressed as percentage of the application rate. Numbers with different characters for a specific year and tree type are significantly different ($\alpha < 0.05$).

Jaar	Boomsoort	Machine	Depositie (%)	
1996	Spillen	Standaard	55 a	
		2 ^e seizoen	Standaard+spleetdop	55 a
		Experimenteel	55 a	
	Opzetters	Standaard	9 a	
		2 ^e seizoen	Standaard+spleetdop	16 b
		Experimenteel	24 c	
1997	Spillen	Standaard	26 a	
		3 ^e seizoen	Standaard+spleetdop	42 b
		Experimenteel	62 c	
	Opzetters	Standaard	11 a	
		3 ^e seizoen	Standaard+spleetdop	23 b
		Experimenteel	29 c	

Uit tabel 9 blijkt dat bij de spillen van 1996 de drie machines naar verhouding in totaal evenveel depositie op de bomen brachten. Bij de opzetters van 1996 en de opzetters en spillen van 1997 gaf de standaard met spleetdoppen een duidelijk hogere depositie op de bomen dan de standaard. Bij de experimentele spuit was de depositie hoger dan bij de beide andere machines.

4 Discussie

Proefopzet driftmetingen

Het doel van dit onderzoek was het kwantificeren van de optredende drift in de laanbomenteelt bij toepassing van een standaard spuittechniek en enkele andere technieken die minder drift zouden kunnen geven, terwijl het biologisch effect niet verminderd wordt. Als gewas is gekozen voor spullen en opzetters, waarvan in 1996 de stammen eerst bekleed waren en die later kaalgeknipt zijn (= standaard teelthandeling). Doordat de spuittechnieken steeds aangepast werden aan de boomvorm, ontstonden veel variabelen met naar verhouding weinig herhalingen per combinatie. Ogenscheinlijk grote verschillen konden mede hierdoor niet statistisch worden onderbouwd. De nauwkeurigheid van de vergelijking tussen spuittechnieken is het meest gebaat bij veel herhalingen en niet bij veel boomvormen met steeds andere (afstellingen van) spuitmachines. In 1997 is dan ook gekozen voor één gewas spullen en één gewas opzetters zodat in twee meetdagen voldoende herhalingen konden worden uitgevoerd en de optredende effecten duidelijker aangetoond konden worden.

Driftmetingen naar de lucht met collectoren

De drift naar de lucht buiten het perceel is gemeten met driftcollectoren. Deze collectoren hebben een zekere vangefficiëntie die afhankelijk is van de grootte van de passerende deeltjes en van de windsnelheid. Hoe kleiner de deeltjes en hoe lager de windsnelheid des te meer deeltjes er rond de collector zweven en des te lager de efficiëntie wordt.

De resultaten van deze metingen zijn dus alleen geschikt voor het onderling vergelijken van drift van spuitsystemen met soortgelijke druppelspectra onder soortgelijke omstandigheden. Ze zijn zonder kennis van de vangefficiëntie minder geschikt voor het geven van absolute driftpercentages.

Het weergeven van driftmetingen in de laanbomenteelt

Bij de advisering van het gebruik van spuitmiddelen in de volveldsteelten wordt het advies aangegeven in kg actieve stof per ha. Afhankelijk van de spuittechniek wordt dit met 100 tot 400 liter water per ha verspoten. Dit geeft een wisselende spuitconcentratie. De optredende drift wordt uitgedrukt in procenten van de toegepaste hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid (ook wel percentage van de dosering genoemd).

In de laanbomenteelt wordt gespoten met een vaste spuitconcentratie. Minder liters per hectare verspuiten betekent ook minder actieve stof verspuiten. Bij het beoordelen van een spuittechniek met betrekking tot depositie op de grond en drift naast het perceel is het percentage van de toegepaste hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid hier ook een goede maat. Voor het berekenen van reductiepercentages van de ene techniek ten opzichte van de andere techniek, waarbij het gaat om absolute hoeveelheden actieve stof, is het beter uit te gaan van de gemeten hoeveelheden spuitvloeistof. Dit getal is dan direct gerelateerd aan de actieve stof die op bepaalde plaatsen terechtkomt.

Proefopzet depositiemetingen in de boom

Bij de gewasbescherming is niet de drift maar de depositie op het doelobject, in dit geval de bladeren van de laanbomen, van groot belang voor het gewenste gewasbeschermingseffect. Door het BPO zijn in samenwerking met IMAG-DLO metingen uitgevoerd om een indruk te krijgen van de verdeling van de spuitvloeistof in de bomen bij de verschillende technieken zoals die ook bij de driftmetingen zijn toegepast.

De verdelingsmetingen zijn per spuitmachine en boomvorm in enkelvoud uitgevoerd omdat de ter beschikking staande ruimte onvoldoende was voor herhalingen. Om de gegevens toch statistisch te kunnen verwerken is aangenomen dat de veldjes niet systematisch van elkaar verschilden. Per techniek zijn 6 bomen van chromatografiepapierjes voorzien en deze bomen worden in de statistische berekening als herhaling beschouwd. Omdat nauwkeurige gegevens over het bladoppervlak per (depositie)meetplek ontbreken kunnen de depositiegegevens niet gebruikt worden voor de schatting van de totale depositie van de spuitvloeistof op de boom. Een massabalans van de verspoten spuitvloeistof is dan ook niet op te stellen.

5 Conclusies

Depositie op de grond in het perceel

De depositie op de grond in het perceel was sterk afhankelijk van het type boom, de toegepaste spuittechniek en de afstelling van de machine.

Bij de standaardspuit uitgerust met werveldoppen bedroeg in de spullen de gemiddelde depositie naar de grond 30% van de toegepaste dosering per oppervlakte-eenheid. In opzetters met kale stam was dit 54%. In opzetters met licht beklede stam, waarbij relatief veel doppen van de spuitmachine waren geopend, liep dit op tot 76%.

Door de standaardspuit uit te rusten met spleetdoppen veranderde de depositie naar de grond vrijwel niet.

De experimentele spuit gaf in de spullen eveneens een zelfde depositie naar de grond als de standaardspuit en in de opzetters een duidelijk lagere depositie naar de grond.

Drift naar de grond naast het perceel

De drift naar de grond naast het perceel vertoonde een zeer wisselend beeld. De drift was ook hier sterk afhankelijk van het type boom, de toegepaste spuittechniek en de afstelling van de machine.

Bij de bespuiting met de standaardspuit met werveldoppen bedroeg de drift naar de grond op 3-4 m vanaf de buitenste bomenrij bij de verschillende boomvormen:

- spullen met beklede stam, 2^e groeiseizoen: 2,2% van de toegepaste dosering
- spullen met kale stam, 2^e groeiseizoen: 7,0% van de toegepaste dosering
- spullen met kale stam, 3^e groeiseizoen: 0,7% van de toegepaste dosering

- opzetters met beklede stam, 2^e groeiseizoen: 7,4% van de toegepaste dosering
- opzetters met kale stam, 2^e groeiseizoen: 22,7% van de toegepaste dosering
- opzetters met kale stam, 3^e groeiseizoen: 10,6% van de toegepaste dosering

De gemiddelde drift was bij gebruik van de standaardspuit voor de opzetters hoger (13,6%) dan voor de spullen (3,3%).

De standaardspuit uitgerust met spleetdoppen gaf in de spullen en opzetters geen duidelijk verschil met de standaard voor drift naar de grond naast het perceel. Alleen bij de spullen en opzetters met kale stam in het 2^e groeiseizoen werd een reductiepercentage van 60% bereikt ten opzichte van de standaard.

Bij de experimentele spuit werden, met uitzondering van de spullen in het 3^e groeiseizoen, steeds duidelijk driftreducties gemeten op de strook 3-4 m. De reducties bedroegen gemiddeld 50% (38-70%) terwijl bij de kale spullen in het 3^e groeiseizoen juist 165% meer drift werd gemeten dan bij de standaard machine.

Drift naar de lucht buiten het perceel

De gemiddelde drift naar de lucht buiten het perceel was bij de standaardmachine voor de opzetters hoger (2,6%) dan voor de spullen (1,7%). De drift naar de lucht werd door de standaardmachine uit te rusten met spleetdoppen in alle gevallen gereduceerd. Bij de kale spullen en de beklede opzetters in het 2^e groeiseizoen was de reductie niet significant. De gemiddelde reductie bedroeg 52% (22-78%). Bij de experimentele machine was de driftreductie naar de lucht zeer wisselend. In de spullen in het 2^e groeiseizoen werd een reductie van 50% gemeten terwijl in de kale spullen in het 3^e groeiseizoen de experimentele machine juist 165% meer drift gaf. Ook in de kale opzetters in het 2^e groeiseizoen was er een toename van de drift, nu met 46%. Bij de beklede opzetters en de kale spullen in het 2^e groeiseizoen en de kale opzetters in het 3^e groeiseizoen waren er geen duidelijke verschillen.

Vloeistofverdeling in de boom

Uit indicatieve metingen bleek dat bij de standaard spuit uitgerust met werveldoppen of met spleetdoppen de meeste vloeistof onder in de boom terecht kwam en boven in de boom de minste. Vooral in de opzetters zijn de verschillen groot. De experimentele spuit had gemiddeld over de meetplekken een duidelijk hogere depositie op het blad dan de beide andere systemen. Ook de verdeling in de boom was regelmatig en er kwam duidelijk meer in de top dan bij de andere systemen. In de spullen kwam in de top evenveel als onder in de boom.

Nader onderzoek

In de laanbomenteelt speelt de boomvorm en het goed afstellen van de spuitmachine een grote rol bij de hoeveelheid drift buiten het perceel. De depositie op de grond is veelal aanzienlijk, terwijl de verdeling in de boom bij de standaardmachine volgens de indicatieve metingen erg onregelmatig was. In de top van de bomen kwam weinig vloeistof terecht. Een aan de boomvorm aangepaste experimentele spuit gaf meestal minder drift buiten het perceel en een regelmatiger verdeling in de boom.

Verder onderzoek naar het verbeteren van de toedieningstechniek en de effecten op drift, verdeling en biologische effectiviteit in de laanbomenteelt is dan ook noodzakelijk.

Summary

When spraying for crop protection in alley trees spray application technology influences the distribution of the pesticide on the leaves of the trees, the distribution on leaf canopy, the soil deposit underneath the trees in the field, the drift deposit next to the sprayed field and the drift into the air. Spray drift is especially of importance for the contamination of the surface water next to the sprayed fields.

A series of field experiments was setup to quantify the spray drift for two types of alley trees, spindle form and transplanted trees. In these experiments a comparison was made between a standard axial fan sprayer equipped with hollow cone nozzles, an axial fan sprayer equipped with flat-fan nozzles and an experimental cross-flow sprayer. Sprayers were adapted to the tree forms by the number of nozzles spraying. The axial fan sprayer equipped with hollow cone nozzles was referred to as the conventional sprayer. Both spray distribution in the trees on leaf canopy as spray drift were evaluated.

In the drift experiments the spray deposit on a range of distances downwind from the last tree row was measured. In the field also soil deposit underneath the trees was quantified. At one distance from the last row drift to the air was measured. Spray distribution in the crown of the trees was measured at three heights. Measurements were carried out using a fluorescent tracer-dye added to the spray liquid. Deposition was expressed as percentage of the sprayed dose per unit area.

Soil deposition in the field (underneath the trees)

The spray deposition on the soil surface in the field under the trees strongly depended on the tree type, the application technology and the setting of the sprayer. In spindle trees the conventional sprayer resulted in an average soil deposit of 30% of the applied dose per unit area. In transplanted trees with pruned stems soil deposit was 54% and in transplanted trees with few branches on the stems soil deposit increased to 76% (in this case comparatively many nozzles were spraying).

Changing nozzle type on the conventional sprayer from hollow-cone to flat-fan resulted in the same soil deposit figures underneath the trees. The experimental cross-flow sprayer resulted in an equal high soil deposit as the conventional sprayer when spraying spindle trees. In transplanted trees soil deposit in the field was significant lower for the experimental sprayer.

Spray drift deposition

Spray drift deposition on the soil surface next to the sprayed field varied much for spray techniques, sprayer settings and tree type. When spraying with a conventional sprayer the spray drift deposition on the ground on 3-4 m from the last tree row was for the different tree types:

spindle, branches on the whole stem, second growing season:	2.2% of applied dose;
spindle, with pruned stem, second growing season:	7.0% of applied dose;
spindle, with pruned stem, third growing season:	0.7% of applied dose;

transplanted, branches on the whole stem, second growing season:	7.4% of applied dose;
transplanted, with pruned stem, second growing season:	22.7% of applied dose;
transplanted, with pruned stem, third growing season:	10.6% of applied dose.

Average spray drift for the conventional sprayer was for the transplanted trees (13.6%) higher than for the spindle trees (3.3%). For both tree types no difference in spray drift was found for the conventional sprayer equipped with flat-fan nozzles. Only when spraying the spindle and transplanted trees with pruned stems in the second growing season resulted in a drift reduction of 60% compared to the conventional sprayer.

When applying pesticides with the experimental sprayer a significant drift reduction was achieved, except for the spindle trees in the third growing season. Drift reduction on average was 50% (38-70%) compared to the conventional sprayer whereas in the third season spindle trees 165% more spray drift was found.

Spray drift to the air

Spray drift to the air outside the field was for the conventional sprayer on average for the transplanted trees (2.6%) higher than for the spindle trees (1.7%). A reduction in airborne drift was achieved by equipping the conventional sprayer with flat-fan nozzles instead of hollow-cone nozzles. This however did not occur in the second growing season pruned spindle trees and transplanted trees with few

branches on the stems. Average reduction was 52% (22-78%).

Spray drift to the air for the experimental cross-flow fan sprayer was very variable caused by tree types and growing seasons. Both 50% reduction as an increase in spray drift to 165% occurred.

Spray distribution on the canopy

Indicative measurements of spray deposition on three leaf levels in the crown of the trees were carried out. It was found that the conventional sprayer equipped with hollow-cone or flat-fan nozzles deposited most spray liquid on the bottom level and little on the top of the crown. Especially for transplanted trees this was the case.

On average leaf deposition was highest for the experimental cross-flow fan sprayer. Also spray distribution was more even and more spray deposits were found on the top of the crown compared to both axial-fan sprayers. In spindle trees top and bottom spray deposition was comparable with most deposition on the middle leaf level.

Overall it can be concluded that tree type was very important in setting up sprayers for spraying in alley trees. Especially in relation with spray drift. Spray deposition on the soil underneath the trees was very high whereas for the conventional sprayer spray deposition on the tree was very uneven. Little spray liquid was deposited on the top of the trees. As to the tree type adapted, experimental sprayer resulted in lower spray drift and a more even spray distribution over leaf levels on the tree crown.

Further research is needed to improve application techniques for alley trees and its effects on spray drift, spray deposition on leaf canopy and biological effectivity.

Literatuur

- Boom, A.P.C. van den, B.H.M. Looman, F.H.C. Nouwensen, J.M.G.P. Michielsen (IMAG-DLO), 1997. Driftbeperkende technieken voor de laanbomenteelt. Onderzoek naar de depositie in de teelt van laanbomen door experimentele dwarsstroomspuit en door dopkeuze op een standaardspuit. BPO Intern verslag, IV 4300-20, BPO, Boskoop, 21 pp.
- Boom, A.P.C. van den, F.H.C. Nouwensen, J.M.G.P. Michielsen en H. Stallinga (IMAG-DLO), 1998. Driftbeperkende technieken voor de laanbomenteelt. Onderzoek naar de depositie in de teelt van laanbomen door experimentele dwarsstroomspuit en door dopkeuze op een standaardspuit. BPO Intern verslag, IV 4300-20, BPO, Boskoop, 24 pp.
- Doble, S.J., G.A. Mathews, I. Rutherford en E.S.E. Southcombe, 1985. A system for classifying nozzles and other atomizers into categories of spray quality. Proc. British Crop Protection Conference – Weeds, 1985. p. 1125-1133.
- Michielsen, J.M.G.P. en H.A.J. Porskamp, 1993. Meetmethodiek voor depositie en emissie bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen. IMAG-DLO nota 93-75, IMAG-DLO, Wageningen, 21 pp.
- Michielsen, J.M.G.P., 1998. Driftbeperkende technieken voor de laanbomenteelt. Onderzoek naar de depositie van spuitvloeistof door een experimentele verstelbare spuit en door dopkeuze op een standaardspuit in 1996 & 1997. IMAG-DLO nota 98-122, IMAG-DLO, Wageningen, 24 pp.
- Oude Voshaar, J.H., 1994. Statistiek voor onderzoekers. Wageningen Pers, 253 pp.
- Payne, R.W., 1993. Genstat 5 Release 3 Reference Manual. Oxford University Press Harpenden, UK. 796 pp.
- Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen en A.P.C. van den Boom (BPO), 1997. Driftbeperkende technieken voor de laanbomenteelt. Onderzoek naar de driftreductie door een experimentele dwarsstroomspuit en door dopkeuze op een standaardspuit. IMAG-DLO nota V97-25, IMAG-DLO, Wageningen, 26 pp.
- Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen en A.P.C. van den Boom (BPO), 1998. Drift in de laanbomenteelt bij een experimentele spuit en een axiaalspuit met spleet- of werveldoppen(standaard). IMAG-DLO nota P98-54, IMAG-DLO, Wageningen, 25 pp.
- Ripke, F.O., 1990. Abtrift beim Einsatz von Feldspritzgeräten. Landtechnik 45(4), p. 144-148.

Bijlagen

Bijlage A. Beschrijving van de machines.

De standaardspuit was een KWH axiaalspuit (figuur a). De waaier van de ventilator had 7 schoepen en de diameter bedroeg 60 cm. De 8 doppen zaten op een krans rond de spuit, de onderste zat 70 cm boven de grond en de bovenste 120 cm.

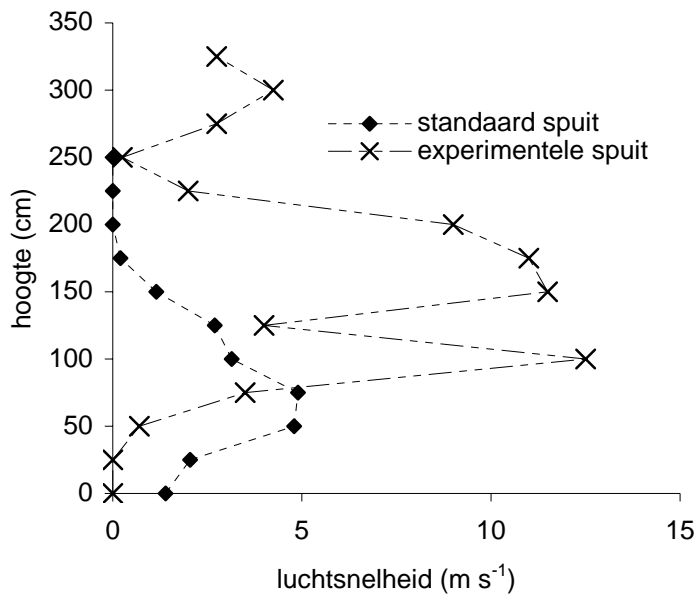
De experimentele spuit was een aangepaste Douven wijngaard spuit N30.03.00 uit 1995 (figuur b). Midden achter de spuittank waren de in hoogte en stand verstelbare spuitdoppen en luchtmonden aangebracht; aan elke kant 4 stuks. De stand en de hoogte van de monden werd aan de te bespuiten boomvorm aangepast.



Figuur a. De standaardspuit.
Figure a. The conventional axial fan sprayer.



Figuur b. De experimentele spuit.
Figure b. The experimental cross-flow fan sprayer.



Figuur c. Gemiddelde luchtsnelheid van de standaardspuit en de experimentele spuit, gemeten op verschillende hoogten en op 75 cm vanuit hart van de machine.
 Figure c. Mean air speed of the conventional (standard) sprayer and the experimental sprayer, measured on different heights and at 75 cm from the centre line of the sprayer.

Van beide spuiten zijn de luchtsnelheden gemeten op verschillende hoogtes steeds op 75 cm van het hart van de spuit. De afstellingen waren die van de depositiemetingen in 1997. De resultaten zijn weergegeven in figuur c.
 De standaardspuit heeft de maximale luchtsnelheid op 50-125 cm boven de grond. Boven de 175 cm bedraagt deze minder dan 1 m s⁻¹. De experimentele geeft plaatselijk hogere luchtsnelheden dan de standaard. De maximale luchtsnelheid ligt tussen de 1 en 2 m hoogte.

Bijlage B. Parameters tijdens driftmetingen in 1996.

Datum	Boomsoort	Machine	Herhaling	Wind		Temp. (°C)	RV (%)
				Snelheid (m s ⁻¹)	Richting (°)*		
11-6	Spillen	Standaard	1	1,8	13	24	61
			2	2,4	20	26	52
			3	2,6	15	27	51
			4	2,2	11	28	46
		Standaard+Spleetdop	1	3,3	5	25	60
			2	3,2	26	27	52
			3	3,2	40	28	48
			4	2,3	2	28	48
		Experimenteel	1	2,2	30	24	66
			2	3,5	8	27	50
			3	3,0	20	27	50
			4	2,8	2	29	46
14-6	Opzetters	Standaard	1	3,9	33	18	49
			2	3,9	33	18	46
			3	3,6	20	18	48
			4	3,6	25	18	47
		Standaard+Spleetdop	1	3,1	11	18	49
			2	3,4	9	20	42
			3	2,6	35	18	49
			4	2,6	49	19	44
		Experimenteel	1	2,1	12	20	48
			2	2,6	41	18	48
			3	3,3	22	19	47
			4	3,6	47	18	46
26-9	Opzetters	Standaard	1	2,3	3	19	63
			2	3,0	1	20	57
			3	3,2	7	20	59
		Standaard+Spleetdop	1	1,6	24	19	64
			2	2,6	13	18	62
			3	2,8	7	19	59
		Experimenteel	1	2,2	11	17	68
			2	3,0	7	20	56
			3	3,9	1	20	56
3-10	Spillen	Standaard	1	2,9	7	13	74
			2	3,7	6	18	64
			3	3,8	13	16	65
		Standaard+Spleetdop	1	2,4	20	13	71
			2	3,4	14	17	63
			3	3,1	11	17	63
		Experimenteel	1	2,7	10	15	71
			2	3,5	7	17	67
			3	3,4	1	18	57

*) 0° = haaks

Bijlage B. Parameters tijdens driftmetingen in 1997 voor de boomsoort spillen.

Machine	Herhaling	Wind			Temp. (°C) op		RV (%)
		Snelheid (m s ⁻¹) op		Richting (°)*	0,5 m	2 m	
		0,5 m	2 m				
Standaard	1	1,8	2,6	19	18,4	17,5	80
Standaard+Spleetdop		1,2	1,5	20	18,1	17,4	82
Experimenteel		1,3	1,7	44 ^{#)}	20,6	19,1	74
gemiddeld		1,4	1,9	29	19,2	18,1	78
Standaard	2	1,4	2,0	33	21,5	19,9	72
Standaard+Spleetdop		1,7	2,0	36	21,2	20,0	71
Experimenteel		1,9	2,4	41 ^{#)}	20,4	18,9	71
gemiddeld		1,7	2,2	37	21,0	19,5	71
Standaard	3	2,2	3,0	21	20,8	19,8	69
Standaard+Spleetdop		1,9	2,4	32	21,8	20,6	69
Experimenteel		1,6	1,9	45 ^{#)}	21,5	20,4	65
gemiddeld		1,9	2,4	33	21,4	20,3	68
Standaard	4	2,1	2,6	14	22,3	21,3	62
Standaard+Spleetdop		2,1	2,8	30	22,9	21,6	58
Experimenteel		2,1	2,7	18	21,2	20,4	64
gemiddeld		2,1	2,7	21	22,1	21,1	61
Standaard	5	2,5	3,1	-18	19,9	18,9	67
Standaard+Spleetdop		2,0	2,7	-26	17,3	16,9	75
Experimenteel		2,1	2,7	-19	19,5	19,0	64
gemiddeld		2,2	2,8	-21	18,9	18,3	70
Standaard	6	2,4	3,1	-13	18,6	18,1	68
Standaard+Spleetdop		2,0	2,7	-15	21,4	20,2	62
Experimenteel		2,6	3,4	-26	21,1	19,8	64
gemiddeld		2,3	3,1	-18	20,4	19,4	65
Standaard	7	1,6	2,1	-26	18,4	18,1	67
Standaard+Spleetdop		2,3	2,9	-3	18,5	18,3	64
Experimenteel		2,8	3,6	0	19,2	18,7	61
gemiddeld		2,3	2,9	-9	18,7	18,4	64
Standaard	8	2,3	3,0	-34	18,3	18,2	67
Standaard+Spleetdop		1,9	2,5	-55 ^{#)}	19,6	18,9	65
Experimenteel		2,5	3,2	-17	18,7	18,4	63
gemiddeld		2,3	2,9	-36	18,8	18,5	65
Totaal spillen		2,0	2,6	4,5	20,1	19,2	68

*) 0° = haaks

#) resultaat niet meegenomen in de berekeningen

Bijlage B. Parameters tijdens driftmetingen in 1997 voor de boomsoort opzetters.

Machine	Herhaling	Wind			Temp. (°C) op		RV (%)
		Snelheid (m s ⁻¹)		Richting (°)*	0,5 m	2 m	
		0,5 m	2 m				
Standaard	1	1,5	1,8	48 [#])	21,3	20,8	65
Standaard+Spleetdop		2,5	3,1	21	22,3	21,4	61
Experimenteel		1,7	2,3	33	22,8	21,9	62
gemiddeld		1,9	2,4	34	22,2	21,4	62
Standaard	2	1,5	2,0	41 [#])	20,7	20,3	66
Standaard+Spleetdop		1,6	2,1	62 [#])	20,1	19,8	66
Experimenteel		1,9	2,5	47 [#])	21,0	20,6	65
gemiddeld		1,7	2,2	50	20,6	20,3	66
Standaard	3	1,9	2,4	-12	16,1	15,7	85
Standaard+Spleetdop		2,3	2,8	-11	15,2	14,8	89
Experimenteel		2,1	2,6	-17	16,4	16,0	82
gemiddeld		2,1	2,6	-13	15,9	15,5	85
Standaard	4	1,7	2,1	-1	17,4	16,8	79
Standaard+Spleetdop		3,2	3,9	-7	17,7	16,9	75
Experimenteel		1,9	2,4	-32	17,2	16,6	81
gemiddeld		2,3	2,8	-15	17,4	16,8	79
Standaard	5	1,7	2,1	4	20,5	19,7	61
Standaard+Spleetdop		1,2	1,6	-7	20,3	19,6	63
Experimenteel		2,1	2,6	-18	19,0	18,7	63
gemiddeld		1,6	2,1	-7	19,9	19,4	62
Standaard	6	1,8	2,2	3	19,2	18,8	64
Standaard+Spleetdop		1,8	2,3	4	19,6	19,2	63
Experimenteel		2,1	2,6	0	19,6	19,2	63
gemiddeld		1,9	2,4	2	19,4	19,1	63
Standaard	7	2,4	3,1	6	19,7	19,2	59
Standaard+Spleetdop		2,3	2,9	-17	20,7	20,1	58
Experimenteel		2,1	2,7	-8	19,8	19,3	61
gemiddeld		2,3	2,9	-5	20,0	19,5	59
Standaard	8	2,2	2,6	-16	19,2	19,0	61
Standaard+Spleetdop		2,6	3,3	-10	20,1	19,6	59
Experimenteel		1,5	2,1	-28	19,2	19,0	64
gemiddeld		2,0	2,6	-20	19,4	19,1	62
Totaal opzetters		2,0	2,5	2,0	19,3	18,8	68

*) 0° = haaks

#) resultaat niet meegenomen in de berekeningen

Bijlage C. Drift naar de grond naast het perceel op verschillende afstanden vanaf de buitenste boomrij, uitgedrukt ml m⁻².

Datum	Boomsoort	Machine	Aantal herhalingen	Afstand tot buitenste bomenrij (m)								
				1,5-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	10,5-11,5	15,5-16,5
11-6-'96	Spillen	Standaard	4	4,7	4,0	2,2	1,5	1,3	0,8	0,5	0,2	0,1
	Bekleed	Standaard+Spleetdop		9,5	5,8	2,7	1,0	0,6	0,4	0,4	0,1	0,1
	2 ^e seizoen	Experimenteel		4,9	1,5	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
3-10-'96	Spillen	Standaard	3	6,0	5,7	3,5	2,3	1,3	0,8	0,6	0,4	0,2
	Kaal	Standaard+Spleetdop		6,7	3,4	1,4	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
	2 ^e seizoen	Experimenteel		9,4	4,7	1,9	1,0	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1
14-6-'96	Opzetters	Standaard	4	24,9	13,8	7,1	3,4	2,4	1,7	1,0	0,9	0,4
	Bekleed	Standaard+Spleetdop		24,1	12,2	5,6	2,7	1,5	1,1	0,7	0,5	0,3
	2 ^e seizoen	Experimenteel		16,8	8,2	4,4	3,1	1,8	1,3	0,8	0,4	0,2
26-9-'96	Opzetters	Standaard	3	16,9	14,5	8,6	5,3	3,5	2,4	1,8	0,7	0,2
	Kaal	Standaard+Spleetdop		15,8	7,9	3,5	1,7	1,0	0,6	0,4	0,2	0,1
	2 ^e seizoen	Experimenteel		9,5	6,5	4,8	3,4	2,4	1,7	1,3	0,5	0,3
2+3-7-'97	Spillen	Standaard	8	0,9	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1 *	< 0,1**
	Kaal	Standaard+Spleetdop		1,1	0,7	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,1	< 0,1 *	< 0,1**
	3 ^e seizoen	Experimenteel		2,1	1,7	0,8	0,4	0,4	0,3	0,3	0,1 *	0,1**
2+3-7-'97	Opzetters	Standaard	8	7,8	6,1	3,4	2,1	1,1	0,6	0,4	0,1 *	0,1**
	Kaal	Standaard+Spleetdop		10,5	8,2	3,2	1,5	0,8	0,5	0,3	0,1 *	< 0,1**
	3 ^e seizoen	Experimenteel		4,6	3,5	1,9	1,1	0,8	0,5	0,4	0,2 *	0,1**

* Afstand is 10-11 m

** Afstand is 15-16 m

Bijlage D. Drift naar de grond naast het perceel op verschillende afstanden vanaf de buitenste boomrij, uitgedrukt in procenten van de verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid.

Datum	Boomsoort	Machine	Afgifte (l ha ⁻¹)	Afstand tot buitenste bomenrij (m)								
				1,5-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	10,5-11,5	15,5-16,5
11-6-'96	Spillen	Standaard	990	4,8	4,0	2,2	1,5	1,3	0,8	0,6	0,2	0,1
	Bekleed	Standaard+Spleetdop	1090	8,7	5,3	2,5	0,9	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1
	2 ^e seizoen	Experimenteel	1080	4,5	1,4	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	< 0,1	0,1
3-10-'96	Spillen	Standaard	500	12,0	11,3	7,0	4,5	2,6	1,6	1,2	0,9	0,4
	Kaal	Standaard+Spleetdop	560	12,0	6,0	2,5	1,1	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2
	2 ^e seizoen	Experimenteel	550	17,1	8,6	3,4	1,9	1,0	0,6	0,5	0,3	0,2
14-6-'96	Opzetters	Standaard	960	14,3	7,3	7,4	3,5	2,5	1,8	1,1	1,0	0,5
	Bekleed	Standaard+Spleetdop	1070	22,5	11,3	5,3	2,5	1,4	1,0	0,7	0,4	0,3
	2 ^e seizoen	Experimenteel	850	19,6	9,7	5,2	3,6	2,1	1,5	0,9	0,5	0,2
26-9-'96	Opzetters	Standaard	380	44,6	38,3	22,7	14,0	9,3	6,3	4,7	1,9	0,5
	Kaal	Standaard+Spleetdop	420	37,4	18,9	8,4	4,1	2,4	1,5	0,9	0,4	0,2
	2 ^e seizoen	Experimenteel	410	22,8	15,8	11,5	8,2	5,8	4,0	3,2	1,1	0,8
2+3-7-'97	Spillen	Standaard	425	2,1	1,6	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1 *	0,1**
	Kaal	Standaard+Spleetdop	430	2,6	1,6	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1 *	< 0,1**
	3 ^e seizoen	Experimenteel	430	4,8	3,9	1,9	1,0	0,9	0,8	0,6	0,3 *	0,2**
2+3-7-'97	Opzetters	Standaard	315	24,8	19,4	10,6	6,1	3,4	1,9	1,4	0,5 *	0,2**
	Kaal	Standaard+Spleetdop	320	32,9	25,6	10,0	4,6	2,4	1,5	1,0	0,4 *	0,1**
	3 ^e seizoen	Experimenteel	320	14,4	10,8	5,9	3,3	2,5	1,7	1,4	0,5 *	0,3**

* Afstand is 10-11 m

** Afstand is 15-16 m

Bijlage E. Vloeistofverdeling op het blad op diverse plaatsen in de boom uitgedrukt in procenten van de toegepaste dosering per oppervlakte eenheid in 1996.

Boomsoort	Machine	Boomnr.	Plaats in de boom		
			onder	midden	top
Spil	Standaard	1	56,7	20,8	9,1
		2	55,6	27,7	5,4
		3	32,8	25,4	0,8
		4	59,3	34,1	11,6
		5	45,8	42,6	4,1
		6	52,8	38,0	13,2
	Standaard+Spleetdop	1	42,8	27,8	5,5
		2	36,3	26,2	6,0
		3	57,9	47,8	2,4
		4	50,6	34,7	9,8
		5	55,6	34,3	8,4
		6	44,2	27,0	6,4
	Experimenteel	1	28,5	35,3	37,6
		2	24,3	30,6	28,2
		3	32,7	32,8	36,7
		4	33,2	29,1	21,7
		5	24,0	36,2	19,4
		6	30,6	34,6	18,2
Opzetter	Standaard	1	9,1	4,0	0,4
		2	9,8	0,6	0,4
		3	6,5	0,8	0,3
		4	39,9	9,9	1,1
		5	49,3	2,2	1,2
		6	10,5	0,8	0,2
	Standaard+Spleetdop	1	23,9	8,3	0,2
		2	14,9	3,0	0,6
		3	27,9	6,1	0,2
		4	44,7	4,5	0,6
		5	42,3	23,9	0,2
		6	34,8	6,0	0,3
	Experimenteel	1	21,5	20,6	8,3
		2	27,1	21,3	3,8
		3	17,3	13,1	4,5
		4	30,9	27,8	2,2
		5	11,7	10,0	2,0
		6	17,5	34,6	2,5

Bijlage E. Vloeistofverdeling op het blad op diverse plaatsen in de boom uitgedrukt in procenten van de toegepaste dosering per oppervlakte eenheid in 1997.

Boomsoort	Machine	Boomnr.	Plaats in de boom		
			onder	midden	top
Spil	Standaard	1	22,6	9,5	0,8
		2	5,2	5,2	0,6
		3	11,6	3,7	1,1
		4	10,9	6,3	0,6
		5	16,9	7,2	0,3
		6	12,6	2,2	0,3
	Standaard+Spleetdop	1	14,0	18,8	1,4
		2	13,1	11,5	7,3
		3	17,8	16,8	2,7
		4	12,5	6,6	1,1
		5	29,2	6,0	2,2
		6	13,0	3,2	0,2
	Experimenteel	1	21,6	26,5	5,0
		2	34,5	12,1	6,3
		3	25,8	19,7	8,7
		4	14,8	18,2	12,6
		5	14,9	11,0	11,8
		6	10,6	5,5	14,3
Opzetter	Standaard	1	7,5	0,6	< 0,1
		2	4,7	0,3	< 0,1
		3	11,8	< 0,1	< 0,1
		4	28,1	1,6	0,2
		5	24,7	0,2	0,6
		6	43,2	0,6	< 0,1
	Standaard+Spleetdop	1	31,9	0,6	< 0,1
		2	23,7	1,2	< 0,1
		3	29,1	0,8	< 0,1
		4	47,2	5,5	0,1
		5	66,2	1,7	0,2
		6	51,7	0,9	< 0,1
	Experimenteel	1	19,4	7,7	0,7
		2	12,2	7,6	2,9
		3	37,5	8,0	5,5
		4	32,1	25,8	1,6
		5	14,2	13,3	1,6
		6	19,0	17,8	2,6